



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109591819 A  
(43)申请公布日 2019.04.09

(21)申请号 201710901699.2

(22)申请日 2017.09.28

(71)申请人 郑州宇通客车股份有限公司  
地址 450016 河南省郑州市十八里河宇通  
工业园区

(72)发明人 郭潇然 沙超 卢甲华 彭金雷  
程晓龙

(74)专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限  
公司 41119  
代理人 吴敏

(51) Int. Cl.  
B60W 30/18(2012.01)  
B60L 15/20(2006.01)

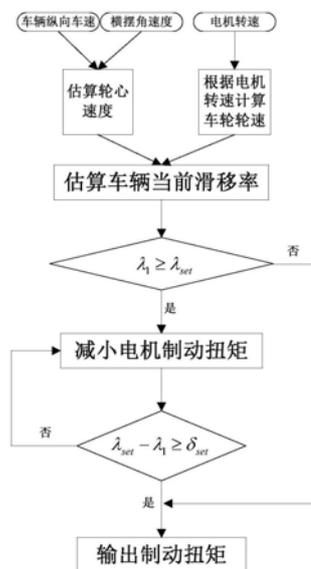
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种纯电动车辆扭矩控制方法及系统

(57)摘要

本发明涉及一种纯电动车辆扭矩控制方法及系统,属于纯电动汽车整车技术领域。本发明车辆在制动过程中,实时估算车轮当前滑移率,判断车轮当前滑移率是否大于滑移率设定值,若大于,则控制电机制动扭矩降低,滑移率设定值由防抱死系统ABS工作时的车轮滑移率确定。本发明通过估算车轮当前滑移率,根据车轮当前滑移率控制电机制动扭矩降低,在ABS作用前提前进行扭矩控制,有效减小了车辆制动时ABS触发概率,同时能改善电制动撤离引起的制动过程不平稳。



1. 一种纯电动车辆扭矩控制方法,其特征在于,该控制方法包括以下步骤:

1) 当车辆在制动过程中,实时获取车轮轮速、车轮滚动半径和车轮轮心速度,根据所获取的车轮轮速、车轮滚动半径和车轮轮心速度估算车轮当前滑移率;

2) 判断车轮当前滑移率是否大于滑移率设定值,若大于,则控制电机制动扭矩降低,所述滑移率设定值由防抱死系统ABS工作时的车轮滑移率确定。

2. 根据权利要求1所述的纯电动车辆扭矩控制方法,其特征在于,所述步骤2) 在控制电机制动扭矩降低时,若滑移率设定值与车轮当前滑移率的差值大于设定值时,控制扭矩不再降低,按照当前扭矩输出。

3. 根据权利要求1或2所述的纯电动车辆扭矩控制方法,其特征在于,所述步骤2) 中电机制动扭矩是按照设定斜率逐步降低的。

4. 根据权利要求1所述的纯电动车辆扭矩控制方法,其特征在于,所述车轮当前滑移率 $\lambda$ 为:

$$\lambda = \frac{v - \omega r}{v}$$

其中 $\omega$ 为车轮轮速, $r$ 为车轮滚动半径, $v$ 为车轮轮心速度。

5. 根据权利要求1所述的纯电动车辆扭矩控制方法,其特征在于,所述滑移率设定值小于等于防抱死系统ABS工作时的车轮滑移率。

6. 一种纯电动车辆扭矩控制系统,其特征在于,该控制系统包括控制器,所述控制器用于车辆在制动过程中,实时获取车轮轮速、车轮滚动半径和车轮轮心速度,根据所获取的车轮轮速、车轮滚动半径和车轮轮心速度估算车轮当前滑移率;并判断车轮当前滑移率是否大于滑移率设定值,若大于,则控制电机制动扭矩降低,所述滑移率设定值由防抱死系统ABS工作时的车轮滑移率确定。

7. 根据权利要求6所述的纯电动车辆扭矩控制系统,其特征在于,所述控制器在控制电机制动扭矩降低时,若滑移率设定值与车轮当前滑移率的差值大于设定值时,控制扭矩不再降低,按照当前扭矩输出。

8. 根据权利要求6或7所述的纯电动车辆扭矩控制系统,其特征在于,所述控制器控制电机制动扭矩降低是按照设定斜率逐步降低的。

9. 根据权利要求6所述的纯电动车辆扭矩控制系统,其特征在于,所述车轮当前滑移率 $\lambda$ 为:

$$\lambda = \frac{v - \omega r}{v}$$

其中 $\omega$ 为车轮轮速, $r$ 为车轮滚动半径, $v$ 为车轮轮心速度。

10. 根据权利要求6所述的纯电动车辆扭矩控制系统,其特征在于,所述滑移率设定值小于等于防抱死系统ABS工作时的车轮滑移率。

## 一种纯电动车辆扭矩控制方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种纯电动车辆扭矩控制方法及系统,属于纯电动汽车整车技术领域。

### 背景技术

[0002] 行业发展的主要战略取向,新能源车的行车安全问题也备受关注。为了更好的体现新能源汽车节能环保的优势,新能源汽车除了具备传统机械制动外都具备再生制动功能。而ABS是现代汽车制动安全必备的系统之一,这就要求再生制动过程中与ABS进行协调制动控制,也就要求车辆在进行再生制动过程中,制动过程也需要具备车轮防抱死的功能。

[0003] 目前新能源汽车大多数采用如下制动方式:制动踏板开度空行程以前全是电制动,空行程以后既有电制动又有机械制动。此方案可充分利用再生制动提高经济性,且车本低。为了防止制动过程车轮抱死而导致车辆侧滑,在触发ABS信号时(及车轮抱死时)需要撤除电制动。现阶段解决ABS触发时电制动(即再生制动)控制方案主要有两种:

[0004] 方案一:ABS触发时电制动撤除,ABS信号恢复后恢复电制动。此控制方案由于电机建立扭矩的延迟,在低附路面电制动占主导时会多次使车轮抱死触发ABS,导致车辆制动过程前后闯动,制动不平顺。

[0005] 方案二:ABS触发时电制动撤除,并在本次制动过程中不在施加电制动。该控制方案在低附路面电制动占主导时会因为触发ABS而导致电制动撤销,制动力减弱制动距离增加,并且在撤除扭矩的瞬间车辆会有前冲感。

[0006] 因此目前的纯电动车辆在制动过程中,由于低附路面下车辆制动时电制动力会导致车轮抱死,易引起ABS提前介入,导致制动撤离,使得整个制动过程不平顺,以及在撤除扭矩的瞬间车辆会有前冲感。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种纯电动车辆扭矩控制方法,以解决低附路面下车辆制动时由于电制动力导致车轮抱死,引起ABS提前介入问题导致制动过程不平顺的问题;本发明还提供了一种纯电动车辆扭矩控制系统。

[0008] 本发明为解决上述技术问题而提供一种纯电动车辆扭矩控制方法,包括七个方案,方法方案一:该控制方法包括以下步骤:

[0009] 1) 当车辆在制动过程中,实时获取车轮轮速、车轮滚动半径和车轮轮心速度,根据所获取的车轮轮速、车轮滚动半径和车轮轮心速度估算车轮当前滑移率;

[0010] 2) 判断车轮当前滑移率是否大于滑移率设定值,若大于,则控制电机制动扭矩降低,所述滑移率设定值由防抱死系统ABS工作时的车轮滑移率确定。

[0011] 本发明在进行制动时,估算车轮当前滑移率,根据车轮当前滑移率控制电机制动扭矩降低,在ABS作用前提前进行扭矩控制,有效减小了车辆制动时ABS触发概率,同时能改

善电制动撤离引起的制动过程不平顺。

[0012] 方法方案二:在方法方案一的基础上,所述步骤2)在控制电机制动扭矩降低时,若滑移率设定值与车轮当前滑移率的差值大于设定值时,控制扭矩不再降低,按照当前扭矩输出。

[0013] 方法方案三:在方法方案一或二的基础上,所述步骤2)中电机制动扭矩是按照设定斜率逐步降低的。本发明按照设定斜率控制电机制动扭矩降低,进一步提高了车辆在制动过程中的平稳性。

[0014] 方法方案四:在方法方案一的基础上,所述车轮当前滑移率 $\lambda$ 为:

$$[0015] \quad \lambda = \frac{v - \omega r}{v}$$

[0016] 其中 $\omega$ 为车轮轮速, $r$ 为车轮滚动半径, $v$ 为车轮轮心速度。

[0017] 方法方案五:在方法方案四的基础上,所述车轮轮心速度 $v$ 为:

$$[0018] \quad v = V - \frac{bW}{2}$$

[0019]  $V$ 为车辆纵向车速, $b$ 为轮距, $W$ 为车辆横摆角速度。本发明采用车辆纵向车速、轮距和车辆横摆角速度的方式计算车轮轮心速度,计算简单,且结果精度高,为车轮当前滑移率的精确估算提供了基础。

[0020] 方法方案六:在方法方案五的基础上,所述车辆纵向车速 $V$ 及横摆角速度 $W$ 是通过在车辆质心纵轴线上按照惯导设备测量得到。

[0021] 方法方案七:在方法方案一的基础上,所述滑移率设定值小于等于防抱死系统ABS工作时的车轮滑移率。

[0022] 本发明还提供一种纯电动车辆扭矩控制系统,包括七个方案,系统方案一:该控制系统包括控制器,所述控制器用于车辆在制动过程中,实时获取车轮轮速、车轮滚动半径和车轮轮心速度,根据所获取的车轮轮速、车轮滚动半径和车轮轮心速度估算车轮当前滑移率;并判断车轮当前滑移率是否大于滑移率设定值,若大于,则控制电机制动扭矩降低,所述滑移率设定值由防抱死系统ABS工作时的车轮滑移率确定。

[0023] 系统方案二:在系统方案一的基础上,所述控制器在控制电机制动扭矩降低时,若滑移率设定值与车轮当前滑移率的差值大于设定值时,控制扭矩不再降低,按照当前扭矩输出。

[0024] 系统方案三:在系统方案一或二的基础上,所述控制器控制电机制动扭矩降低是按照设定斜率逐步降低的。

[0025] 系统方案四:在系统方案一的基础上,所述车轮当前滑移率 $\lambda$ 为:

$$[0026] \quad \lambda = \frac{v - \omega r}{v}$$

[0027] 其中 $\omega$ 为车轮轮速, $r$ 为车轮滚动半径, $v$ 为车轮轮心速度。

[0028] 系统方案五:在系统方案四的基础上,所述车轮轮心速度 $v$ 为:

$$[0029] \quad v = V - \frac{bW}{2}$$

[0030]  $V$ 为车辆纵向车速, $b$ 为轮距, $W$ 为车辆横摆角速度。

[0031] 系统方案六:在系统方案五的基础上,所述车辆纵向车速 $V$ 及横摆角速度 $W$ 是通过

在车辆质心纵轴线上按照惯导设备测量得到。

[0032] 系统方案七:在系统方案一的基础上,所述滑移率设定值小于等于防抱死系统ABS工作时的车轮滑移率。

### 附图说明

[0033] 图1是本发明纯电车辆扭矩控制方法的流程图。

### 具体实施方式

[0034] 下面结合附图对本发明的具体实施方式做进一步的说明。

[0035] 本发明纯电车辆扭矩控制方法的实施例

[0036] 本发明为改善低附路面下车辆制动时电制动力导致车轮抱死,而引起ABS提前介入问题,提供了一种纯电车辆扭矩控制方法,该方法依据车轮滑移率估算在ABS作用前提前进行扭矩控制,流程如图1所示,根据所获取的车轮轮速、车轮滚动半径和车轮轮心速度估算车轮当前滑移率;判断车轮当前滑移率是否大于滑移率设定值,若大于,则控制电机制动扭矩降低,滑移率设定值由防抱死系统ABS工作时的车轮滑移率确定。该控制方法适用于各种纯电车辆,例如,电机通过驱动桥连接车辆各车轮的电动车辆,以及分布式轮边驱动车辆,下面以分布式轮边驱动车辆为例对本发明实时过程进行详细说明。

[0037] 1.根据车辆纵向车速和横摆角速度估算车辆轮心速度。

[0038] 车辆纵向车速及横摆角速度是通过在车辆质心纵轴线上配备惯导设备测量得到,对于分布式轮边驱动车辆而言,需要计算各个车轮的轮心速度,车轮的轮心速度 $v$ 为:

$$[0039] \quad v = V - \frac{bW}{2}$$

[0040] 式中, $V$ 为车辆纵向车速, $b$ 为轮距, $W$ 为车辆横摆角速度。

[0041] 2.估算各个车轮轮速。

[0042] 各车轮的轮速由对应电机转速和轮边减速器速比计算得到,以左侧车轮为例,具体公式如下:

$$[0043] \quad \omega = \frac{n}{i}$$

[0044] 式中, $n$ 为电机转速, $i$ 为轮边减速器速比。

[0045] 3.估算车轮当前滑移率。

[0046] 根据步骤1和步骤2计算出的各车轮轮速和车轮轮心速度,以及车轮滚动半径计算各车轮当前滑移率 $\lambda$ ,具体公式为:

$$[0047] \quad \lambda = \frac{v - \omega r}{v}$$

[0048] 式中, $\omega$ 为车轮轮速, $r$ 为车轮滚动半径, $v$ 为车轮轮心速度。

[0049] 4.判断车轮当前滑移率是否大于滑移率设定值,若大于,则控制电机制动扭矩降低,滑移率设定值由防抱死系统ABS工作时的车轮滑移率确定。

[0050] 车辆在低附路面制动过程中,实时估算车轮滑移率 $\lambda_1$ ,当检测到 $\lambda_1 \geq \lambda_{set}$ 时,控制电机制动扭矩 $T$ 以一定斜率 $k_1$ 降扭至 $T_1$ ,直至 $\lambda_{set} - \lambda_1 \geq \delta_{set}$ 时保持当前扭矩 $T_1$ 输出,否则电机扭矩一直降为0输出。 $\lambda_1$ 为估算的车轮当前滑移率, $\lambda_{set}$ 为设定的车轮滑移率控制目标( $\lambda_{set} \leq$

$\lambda_{\text{ABS}}$ ),  $\delta_{\text{set}}$ 为设定的车轮滑移率控制范围。

[0051] 本发明一种纯电动车辆扭矩控制系统的实施例,

[0052] 本发明的控制系统包括控制器,控制器用于车辆在制动过程中,实时获取车轮轮速、车轮滚动半径和车轮轮心速度,根据所获取的车轮轮速、车轮滚动半径和车轮轮心速度估算车轮当前滑移率;并判断车轮当前滑移率是否大于滑移率设定值,若大于,则控制电机制动扭矩降低,滑移率设定值由防抱死系统ABS工作时的车轮滑移率确定。

[0053] 本发明车轮滑移率高于控制目标时,控制降低电机制动扭矩,若此时车轮滑移率降低至一个可接受的范围,停止降扭,并以当前扭矩输出。本发明提供的扭矩控制方法能有效的减小纯电动车辆制动时ABS触发概率,同时能改善电制动撤离引起的制动过程不平顺及前冲感。将上述扭矩控制方法应用于分布式轮边驱动系统能实现对单轮的滑移率控制,车辆制动过程中能实现对单轮滑移率的控制。

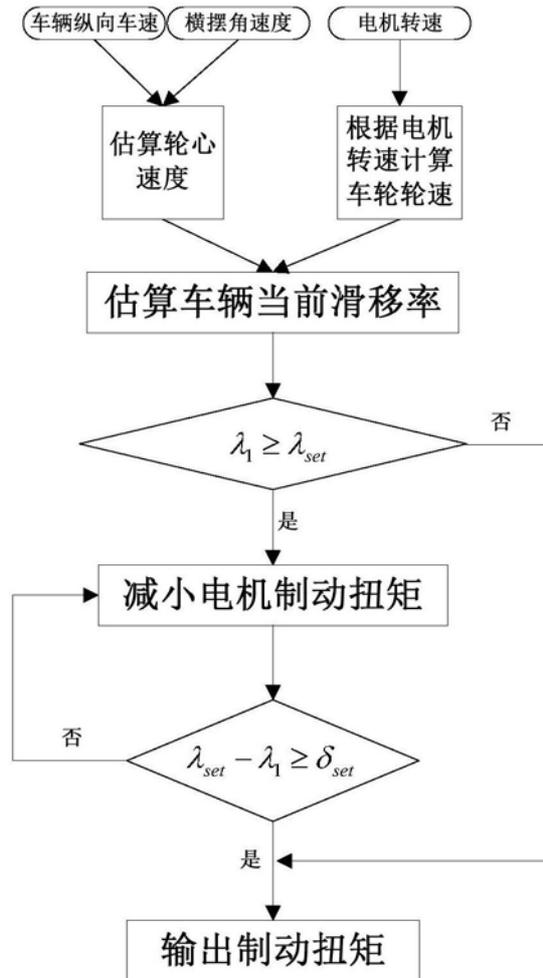


图1